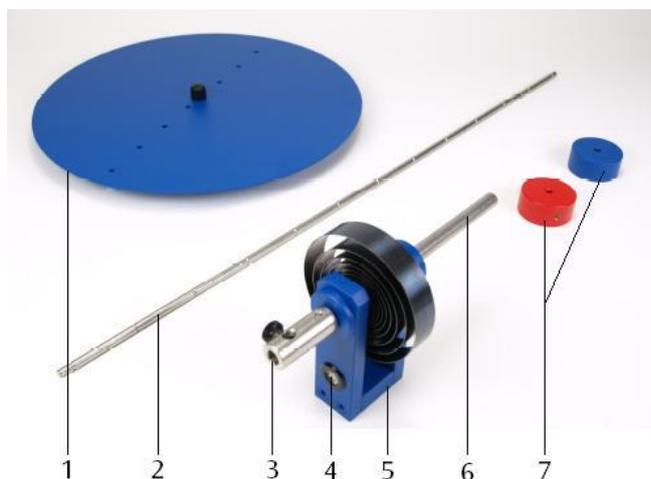


Axe de torsion 1008662

Instructions d'utilisation

11/15 Alf



- 1 Disque
- 2 Barre transversale
- 3 Fixation pour les échantillons
- 4 Nivelles
- 5 Fourche avec ressort conique
- 6 Barre de support
- 7 Masses

1. Consignes de sécurité

Si le ressort est trop tendu, les échantillons risquent d'être propulsés avec violence en raison de l'importante force centrifuge.

- Ne pas tourner les échantillons à plus de 360° (un angle de 180° est recommandé).

2. Description

L'axe de torsion avec ses éléments accessoires permet d'étudier les oscillations tournantes et de déterminer les moments d'inertie de différents échantillons à partir de la période d'oscillation.

L'axe de torsion est constitué d'un arbre à double logement sur roulement à billes qui est relié à une fourche par un ressort spiral. Une barre transversale permet de le monter sur un trépied ou une attache de table. Une nivelles posée sur la fourche permet d'orienter l'axe de torsion horizontalement. Une barre transversale avec des masses mobiles et un disque avec un trou centré et huit trous excentrés pour les expériences servent d'échantillons témoins dans les expériences destinées à déterminer les moments d'inertie avec un axe de rotation excentré et à confirmer la loi de Steiner.

3. Matériel fourni

- 1 fourche avec ressort spiral, barre de support et fixation pour les éprouvettes
- 1 barre transversale
- 2 masses
- 1 disque

4. Caractéristiques techniques

Moment de rappel des ressorts :	0,028 Nm/roue
Hauteur de l'axe de torsion :	env. 200 mm
Barre transversale :	
Longueur :	620 mm
Masse de la barre :	env. 135 g
Masses :	260 g chacun
Disque :	
Diamètre :	320 mm
Masse :	495 g
Alésages :	9
Ecart des alésages :	20 mm

5. Accessoires

Corps géométriques adaptés à l'axe de torsion
1008663

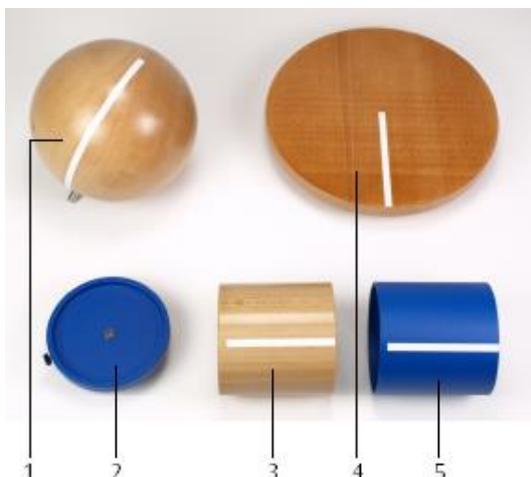


Fig. 1 Corps géométriques adaptés à l'axe de torsion
1 sphère en bois, 2 plateau de positionnement, 3 cylindre massif, 4 disque en bois, 5 cylindre creux

Les accessoires pour l'axe de torsion sont constitués de deux cylindres avec des masses presque identiques, mais une répartition des masses différente, un plateau permet leur positionnement sur l'axe, un disque en bois et une sphère en bois.

Cylindre creux (métallique) :

Diamètre extérieur :	90 mm
Hauteur :	90 mm
Masse :	env. 425 g

Cylindre massif (en bois) :

Diamètre :	90 mm
Hauteur :	90 mm
Masse :	env. 425 g

Plateau de positionnement:

Diamètre :	100 mm
Masse :	env. 122 g

Disque en bois:

Diamètre :	220 mm
Hauteur :	15 mm
Masse :	env. 425 g
Moment d'inertie :	0,51 kgm ²

Sphère en bois :

Diamètre :	146 mm
Masse :	env. 1190 g
Moment d'inertie :	0,51 kgm ²

6. Principe

Pour déterminer les moments d'inertie de différents corps, ces derniers sont placés sur un axe monté sur roulement à billes, sur lequel un ressort spiral agit avec le moment de rappel D . Le moment J résulte de la durée de l'oscillation T du pendule à torsion.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D}} \quad J = \frac{D}{4\pi^2} \cdot T^2$$

Les valeurs déterminées par l'expérience confirment les résultats que fournit la théorie pour un corps de masse m , dont les éléments Δm tournent dans un écart r_z autour de l'axe fixe :

$$J = \sum_{z=1}^n \Delta m_z \cdot r_z^2 = \int r^2 dm$$

7. Remarques sur la manipulation

- Insérer l'axe de torsion dans le socle pour statif et l'orienter horizontalement à l'aide de la nivelle.
- Ne pas actionner les vis des éléments de la masse qui pressent les crantages contre la barre. (Les vis sont ajustées de telle sorte que les éléments de la masse peuvent être déplacés et retenus contre la force centrifuge.)
- Ajuster la disposition de l'expérience de sorte que les ressorts sont comprimés, mais pas pliés.
- Au début de l'oscillation, une déviation de 180° (max. 360°) est recommandée.
- Déterminer la durée de l'oscillation en calculant la moyenne de plusieurs mesures par ex. pour 5 oscillations.
- Noter la valeur exacte du moment de rappel D requis pour déterminer le moment d'inertie J à partir de la durée d'oscillation T sur l'axe de torsion ou dans les instructions de service.

8. Expériences

Pour réaliser les expériences, on a besoin des dispositifs supplémentaires suivants :

1 Trépied, 185 mm	1002836
1 Chronomètre numérique	1002811
1 Dynamomètre de précision 1 N	1003104
1 Corps géométriques adaptés à l'axe de torsion	1008663

8.1 Détermination du moment de rappel D

- Enficher la barre sans les masses sur l'axe de torsion.

- Disposer un dynamomètre de 1 N sur la barre, de telle sorte qu'il l'attaque à la verticale.
- Dans des écarts r de 10 cm, 15 cm et 20 cm du centre de la barre, mesurer les forces F nécessaires pour déplacer la barre de sa position d'équilibre sur $\alpha = 180^\circ$.

Moment de torsion : $M = F \cdot r$

Moment de rappel : $D = \frac{M}{\alpha}$

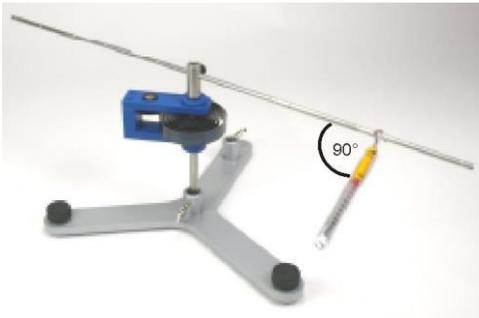


Fig. 2 Détermination du moment de rappel

8.2 Rapport entre le moment d'inertie J et l'écart r , une masse m tournant autour d'un axe fixe

- Enficher la barre sans les masses sur l'axe de torsion.
- Déterminer le moment d'inertie $J(\text{barre})$.
- Disposer les masses symétriquement à 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm et 25 cm du centre de la barre.
- Déterminer le moment d'inertie $J(\text{barre} + \text{masses})$.
- Déterminer $J(\text{masses}) = J(\text{barre} + \text{masses}) - J(\text{barre})$.



Fig. 3 Rapport entre le moment d'inertie J et l'écart r

8.3 Comparaison des moments d'inertie de cylindres de même masse, mais de différente répartition de la masse

8.3.1 Disque en bois (DB)

- Enficher le disque en bois (DB) sur l'axe de torsion.
- Déterminer le moment d'inertie $J(\text{DB})$.



Fig. 4 Déterminer le moment d'inertie d'un disque en bois

8.3.2 Cylindre massif (CM) et cylindre creux (CC)

- Enficher le plateau de logement (P) sur l'axe de torsion.
- Déterminer le moment d'inertie $J(\text{P})$.
- Placer les cylindres sur le plateau (P).
- Déterminer les moments d'inertie $J(\text{CM} + \text{P})$ et $J(\text{CC} + \text{P})$.
- Déterminer les moments d'inertie avec la soustraction

$$J(\text{CM}) = J(\text{CM} + \text{P}) - J(\text{P})$$

$$J(\text{CC}) = J(\text{CC} + \text{P}) - J(\text{P})$$



Fig. 5 Comparaison des moments d'inertie de cylindres

8.4 Moment d'inertie d'une sphère (S)

- Enficher la sphère (S) sur l'axe de torsion.
- Déterminer le moment d'inertie $J(\text{S})$.

Une comparaison de la sphère avec le disque en bois voir 8.3.1) montre qu'ils présentent tous deux le même moment d'inertie.

Les sphères (S) et les disques en bois (DB) ont le même moment d'inertie lorsque l'équation s'applique à leurs masses m et à leurs rayons R :

$$m(\text{DB}) \cdot R(\text{DB})^2 = \frac{4}{5} m(\text{S}) \cdot R(\text{S})^2$$



Fig. 6 Déterminer le moment d'inertie d'une sphère

8.5 Rapport entre le moment d'inertie J et l'écart a entre les axes de rotation et du centre de gravité, confirmation du théorème de Steiner

- Enficher le disque sur l'axe de torsion et l'ajuster à l'axe horizontal.
- Faire tourner le disque autour de l'axe du centre de gravité ($a = 0$).
- Déterminer le moment d'inertie J_0 .
- Déterminer les moments d'inertie J_a pour les écarts $a = 2 \text{ cm}, 4 \text{ cm}, 6 \text{ cm} \dots 16 \text{ cm}$ entre l'axe de rotation et l'axe du centre de gravité.
- Après chaque modification de a , ajuster le disque sur l'axe horizontal.
- Former les quotients $\frac{J_a - J_0}{a^2} = \text{const.}$

Le théorème de Steiner est ainsi $J_a = J_0 + ma^2$ confirmé.



Fig. 7 Confirmation du théorème de Steiner